



Análisis estadístico de la calidad en la fabricación de las baterías de plomo-ácido de Bosch en el Ecuador

Statistical analysis of the manufacturing quality of Bosch lead-acid batteries in Ecuador

Análise estatística da qualidade de fabricação de baterias de chumbo-ácido da Bosch no Equador

Eder Lenin Cruz-Siguenza ^I

eder.cruz@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4982-9947>

Wilson Javier Villagrán-Cáceres ^{II}

wvillagran@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4592-2909>

Elvis Enrique Arguello ^{III}

elvis.arguello@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5083-1011>

Mónica Patricia Cruz-Siguenza ^{IV}

cruzsm@hotmai.com

<https://orcid.org/0000-0003-0205-1429>

Correspondencia: eder.cruz@epoch.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Recibido:** 27 de octubre de 2019 ***Aceptado:** 14 diciembre de 2019 *** Publicado:** 17 de enero de 2020

- ^{I.} Magíster en Gestión de la Calidad y Productividad, Ingeniero Industrial Mención Gestión de Procesos, Docente de la Facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- ^{II.} Magíster en Matemática Básica, Diplomado Superior en Gestión Educativa, Ingeniero en Electrónica y Computación, Tecnólogo en Informática Aplicada, Docente de la Facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- ^{III.} Docente de la Facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- ^{IV.} Ingeniera Química, Cotesa Trading Corp., Investigadora Independiente, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el estado de una batería de la marca Bosch según el desgaste que está presente en su vida útil, lo cual se desarrolla por medio de una evaluación estadística de cierto número de baterías y sus distintos niveles de voltaje según el estado en que se encuentra cada una de ellas. Las gráficas X-R CHART y las gráficas X-M CHART nos servirán de ayuda para determinar el estado de las baterías. Conociendo también las cualidades que posee una batería Bosch y todos los requisitos que debe cumplir para poder obtener un certificado de calidad para su puesta en el mercado, se realizaron los ensayos de cada uno de los ciclos de carga y descarga para poder conocer el estado resultante del electrolito y la carga nominal que puede conservar ya que en algunos de los casos las baterías, una vez finalizado estos ensayos se las desecha debido a que el material activo se ve desgastado para dicho ensayo. Se tomaron en cuenta 5 tipos de baterías de la marca Bosch con las que, gracias a su estudio, se puede llegar a identificar si una batería Bosch aun después de ser sometida a ciclos de carga y descarga extremos aún conserva las cualidades del electrolito para poder mantener un voltaje nominal en los rangos establecidos para un correcto funcionamiento.

Palabras clave: Batería; electrolito; voltaje nominal; densidad; capacidad disponible; capacidad nominal.

Abstract

The objective of this research work is to determine the state of a Bosch battery according to the wear and tear that is present in its useful life, which is developed through a statistical evaluation of a number of batteries and their different voltage levels. according to the state in which each of them is located. The X-R CHART graphs and the X-M CHART graphs will help us determine the status of the batteries. Knowing also the qualities that a Bosch battery has and all the requirements that must be fulfilled to be able to obtain a certificate of quality for its putting in the market, the tests of each one of the cycles of loading and unloading will be realized to be able to know the resulting state of the electrolyte and the nominal charge that can be conserved since in some of the cases the batteries once these tests are finished are discarded because the active material is worn out for said test. Five types of Bosch batteries will be taken into account. Thanks to their study, it is possible to identify if a Bosch battery even after being subjected to extreme charge and discharge cycles still retains the qualities of the electrolyte to be able to maintain a

nominal voltage in the ranges established for proper operation.

Keywords: Battery; electrolyte; nominal voltage; density; available capacity; nominal capacity.

Resumo

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo determinar o status de uma bateria da marca Bosch de acordo com o desgaste presente em sua vida útil, que é desenvolvido através de uma avaliação estatística de um determinado número de baterias e seus diferentes níveis de voltagem. de acordo com o estado em que cada um deles se encontra. Os gráficos X-R CHART e X-M CHART nos ajudarão a determinar o status da bateria. Conhecendo também as qualidades de uma bateria Bosch e todos os requisitos que ela deve atender para obter um certificado de qualidade para sua colocação no mercado, foram realizados os testes de cada um dos ciclos de carga e descarga para conhecer o estado resultante do eletrólito e da carga nominal que ele pode conservar, já que em alguns casos as baterias, uma vez concluídos esses testes, são descartadas porque o material ativo está desgastado para esse teste. Foram levados em consideração cinco tipos de baterias da marca Bosch, as quais, graças ao estudo, é possível identificar se uma bateria Bosch, mesmo depois de submetida a ciclos extremos de carga e descarga, ainda mantém as qualidades do eletrólito para poder Mantenha uma tensão nominal nas faixas estabelecidas para a operação adequada.

Palavras-chave: Bateria; eletrólito; tensão nominal; densidade; capacidade disponível; capacidade nominal.

Introducción

El uso de nuevas tecnologías para el almacenamiento de energía en un vehículo ha ido desarrollándose de forma acelerada, haciendo que mucho de los procesos de control de calidad del producto final vaya evolucionando permitiendo un control exacto, para poder brindar al usuario un producto con mayores prestaciones y de una mejor calidad (Ascencio, 2015.), haciendo que los nuevos productos que se desee poner en el mercado ya posean una garantía previa (Para et al., 2015.).

El análisis del proceso de control de calidad en la fabricación de las baterías de plomo-acido permitirá conocer de porque existen marcas de baterías que tienen mucho más renombre que otras ya que, todo esto está relacionado tanto con la forma de elaboración y control del producto

terminado así como el de los materiales empleados al momento de su fabricación ya que, en ocasiones las empresas buscan abaratar costos reduciendo la calidad de sus materiales perjudicando tanto la imagen de la empresa como la seguridad de los usuarios para lo cual es necesario estandarizar elementos y procesos de producción (Estandarizacion, 2015).

Por otro lado la seguridad al momento de la fabricación es muy importante, para esto es necesario el cumplimiento del (reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, 2005.)” en el cual están estipulados cada uno de los puntos que debe cumplir tanto el operario como su puesto de trabajo con el fin de evitar accidentes los cuales puede causar un daño al empleado, mermando la mano de obra y reduciendo la productividad de la empresa así como el de generar un deterioro en la imagen de la misma (Eljach, 2006).

Hoy en día todas las empresas que funcionan tanto a nivel nacional como internacional deben cumplir normativas medioambientales para poder reducir el índice de contaminación que existe en el ambiente, debido a esto muchos de los países incorporan estatutos que la empresa debe cumplir tanto para el reciclaje de residuos como para la eliminación de desechos resultantes en los procesos de fabricación de cada uno de los componentes que la empresa oferta al público (norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, 2005.).

“La empresa Bosch lleva innovando en el sector de la automoción desde hace más de 120 años para que los vehículos trasladen a las personas de un punto a otro de una forma cada vez más segura y cómoda. La tecnología AGM (Absorbent Glass Mat) es la tecnología top del mercado. Su recarga dinámica y el número de ciclos de carga y descarga, hasta cuatro veces superior al de las baterías de arranque convencionales, le permiten cumplir los más exigentes requisitos.” (García Robert, 2012).

Metodología

Para lograr los objetivos señalados en la investigación, se aplicarán a las técnicas de investigación que más se ajusten al tema planteado. En este caso la investigación es de carácter cuantitativa, porque va de lo más general a lo más particular, describe las tendencias, compara los resultados para ser procesados y obtiene resultados esperados” (Becerra & Yanza, 2017). De esta manera se analiza los procesos de control de calidad en la fabricación de las baterías de plomo-ácido en el Ecuador.

La metodología descriptiva en la siguiente investigación se hace notar dando a conocer los tipos de tecnologías como lo son brazos robóticos, maquinas CNC, escáner 3D entre otros los cuales son empleados en las cadenas de producción para cada uno de los elementos que posteriormente se montaran entre sí para poder formar la batería (Morelli, 2009.), por otro lado también se dará a conocer las tecnologías que emplea la empresa para poder conocer cómo se está realizando el montaje de cada elemento y el nivel de calidad o precisión tomado en cuenta para evitar algún fallo que genere un elemento defectuoso, así como el de las pruebas finales que se les realiza a las baterías para poder verificar las diferentes propiedades como lo es la densidad del electrolito posterior a varios ciclos de carga y descarga de las baterías a poner en evaluación así como el de la carga que puede mantener una batería después de ser sometida a la batería una serie de ciclos de carga y descarga en condiciones extremas para poder contar con un producto final con un alto estándar de calidad (Rivadeneira, 2001).

Otra de las metodologías empleadas es una investigación técnica ya que según (Carrillo, 2009), con ayuda de este método se puede conocer los diferentes materiales empleados para cada uno de los componentes, así como el de los procesos de obtención de la materia prima a partir del reciclaje que realizan varias de las empresas para poder disminuir la contaminación que producen las baterías una vez finalizada su vida útil.

Por último, para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se llevó a cabo una búsqueda a nivel global en las bases de datos de Google académico, Scopus, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), tesis de grados, utilizando como criterios de búsqueda: Análisis de la calidad en la fabricación de las baterías de plomo-ácido de Bosch en el Ecuador (Manrique, 2014). Los registros obtenidos fueron numerosos, entre los cuales se efectuó una selección específica que nos ayude a concretar ciertos parámetros de la investigación.

Si bien esta investigación aportara muchos datos y métodos nuevos de control de calidad en las empresas que se dedican a la fabricación de baterías de plomo-ácido en el Ecuador, investigaciones previas como de (Artola & Macías, 2002), explica sobre la calidad y el uso de otros equipos para la recolección de parámetros como: eficiencia, calidad, seguridad, vanguardia, etc., garantiza la calidad de estos productos beneficiando a la empresa, pero estos métodos solo se aplican a muestras, de todo un lote de producción, lo que dificulta mejorar y optimizar la producción.

Por último, se utiliza como principal herramienta de evaluación de datos estadísticos mediante la utilización de la herramienta informática Minitab, gracias a este software y a las gráficas de control de variables que existen en este programa se consigue evaluar para individuos o voltajes, y también para subgrupos que desprende cada una de las baterías, es decir, graficas XR CHART e I MR CHART.

(Minitab, 2019) explica que Minitab 19 es un software, ayuda a las empresas e instituciones a detectar tendencias, resolver problemas y descubrir información valiosa en los datos al ofrecer el mejor conjunto integral de herramientas de aprendizaje de máquina, análisis estadístico y mejora de procesos. Gracias a su facilidad de uso incomparable, Minitab simplifica como nunca la obtención de conocimientos profundos a partir de los datos.

Minitab ha ayudado a las organizaciones a controlar los costos, mejorar la calidad, incrementar la satisfacción del cliente y aumentar la efectividad. Miles de empresas e instituciones de todo el mundo utilizan Minitab Statistical Software, Companion y Quality Trainer para descubrir defectos en sus procesos y mejorarlos. En 2017, Minitab adquirió Salford Systems, un proveedor líder de soluciones avanzadas de análisis que ofrece un efectivo conjunto de capacidades de minería de datos, análisis predictivo y modelado (Minitab, 2019).

Según (Minitab, 2019), la gráfica XR CHART muestra un esquema de control para medias de subgrupos (una gráfica X) y una gráfica de control para rangos en los subgrupos (una gráfica R) en la misma ventana de gráfica. La gráfica X se dibuja en la mitad superior de la pantalla, la gráfica R se dibuja en la mitad inferior de la pantalla (CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA, 2015.). Observar ambas gráficas, permite hacer un seguimiento del nivel y de la variación del proceso simultáneamente, así como detectar la presencia de causas especiales. Las gráficas X y R se utilizan comúnmente para observar el nivel y la variación del proceso para muestras con un tamaño de 8 o menor, mientras que las gráficas X y S se utilizan para muestras más grandes (Calidad de Vida & María, 2017.). Por opción predeterminada, la gráfica X y R de Minitab basa el cálculo de la variación del proceso, s , en el promedio de los rangos de subgrupo. Usted también puede utilizar una desviación estándar agrupada o ingresar un valor histórico para s .

Una gráfica I-MR CHART es una gráfica de observaciones individuales y una gráfica de rangos móviles en la misma ventana de gráfica. (Minitab, 2019) explica que en el software la gráfica de observaciones individuales se dibuja en la mitad superior de la pantalla, la gráfica de rango móvil

se dibuja en la mitad inferior de la pantalla (universidad técnica del norte, 2016.). Observar ambas gráficas juntas permite hacer un seguimiento del nivel y de la variación del proceso simultáneamente, así como detectar la presencia de causas especiales (Eljach, 2006). La gráfica I-MR estima la variación del proceso, s , con $MR/d2$, el promedio del rango móvil dividido entre una constante de eliminación de sesgo (Ochoa, 2017.). El rango móvil tiene una longitud de 2, debido a que los valores consecutivos tienen la mayor probabilidad de ser similares. (Minitab, 2019) sugiera que se puede estimar s utilizando la mediana del rango móvil, cambiar la longitud del rango móvil o ingresar un valor histórico para s .

Resultados

El planteamiento de la hipótesis de la investigación e hipótesis nula se planteó de la siguiente manera:

Hi: Una batería Bosch aun después de ser sometida a ciclos de carga y descarga extremos conserva las cualidades del electrolito para poder mantener un voltaje nominal en los rangos establecidos para un correcto funcionamiento.

Ho: Una batería Bosch aun después de ser sometida a ciclos de carga y descarga extremos no conserva las cualidades del electrolito para poder mantener un voltaje nominal en los rangos establecidos para un correcto funcionamiento.

Tras realizar la investigación se pudo conocer que la empresa Bosch utiliza aleaciones de plomo para la fabricación de los elementos activos de la batería entre los cuales tenemos:

- Plomo antimonio
- Plomo anti-calcio
- Plomo puro

Los elementos que utilizan aleaciones de plomo-antimonio (PbSb), plomo-calcio (PbCa) y plomo-calcio-plata (PbCaAg), para su funcionamiento son las rejillas las cuales permiten conducir el paso de la corriente eléctrica, su estructura es elaborada con diferentes aleaciones químicas; para realizar las placas positivas y negativas de la batería automotriz. Para esto también resulta indispensables separadores los cuales están elaborados en polietileno resistente al oxido y al acido, su función permite que no se desprenda las placas positivas y negativas es también la

utilización de un fluido el cual permite la realización de los procesos de carga y descarga llamado electrolito el cual permea los poros de las placas, de los separadores y llena los espacios vacíos de las celdas (Ascencio, 2015.). Por lo tanto, el óxido y las partículas de plomo de la masa activa están siempre en contacto con el electrolito.

Por otra parte, este tipo de baterías deben cumplir ciertos requisitos para poder cumplir todas las necesidades que requiere un vehículo al momento de circular (Manual de Baterías Bosch, 2015.).

Entre los cuales tenemos:

Voltaje de Circuito Abierto (OCV)

El voltaje de circuito abierto (o tensión fuera de carga, tensión sin carga) es el voltaje de la batería sin carga. El OCV cambia después del fin de los procesos de carga o descarga debido a la polarización y efectos de difusión. Después de un determinado tiempo, cuando el OCV alcanza un valor estable, se puede medir el llamado OCV de estado estable.

Capacidad Disponible

La capacidad es la cantidad de potencia eléctrica que la batería consigue suministrar en determinadas condiciones. Ella es el producto de la corriente y del tiempo (ampere-hora, Ah).

Capacidad Nominal

Para poder comparar las baterías de arranque entre sí, sus capacidades nominales son definidas de la siguiente forma: La capacidad nominal es una medida para la energía que puede ser almacenada por una nueva batería.

Después de conocer los elementos que componen una batería es necesario conocer que tan contaminante resulta ser uno de los elementos de la batería debido a que el plomo resulta ser uno de los elementos más contaminantes tanto para la atmosfera como para los seres vivos.

Las fuentes más comunes de emisión de plomo que contaminan la atmosfera, el suelo y los recursos de agua son aquellas que involucran a los procesos industriales que utilizan plomo o productos que contienen. La principal contaminación ambiental se debe a compuestos inorgánicos de plomo. En las áreas contaminadas aumenta el nivel de residuos en los alimentos y bebidas, así como su contenido en suelo y ambientes interiores.

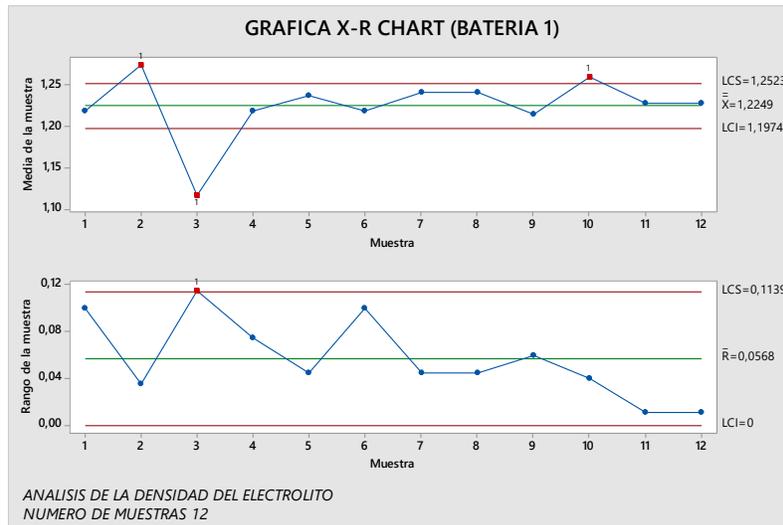
Este metal limita la síntesis clorofílica, no obstante, las plantas pueden absorber del suelo altos niveles de plomo, hasta 500 ppm (Viteri, 2014.). Concentraciones más altas perjudican el crecimiento de las plantas. Mediante la absorción por parte de las plantas se introduce en la cadena alimenticia. El plomo se acumula en los organismos, en los sedimentos y en el lodo. Se sabe que su presencia en el agua residual proviene principalmente de los tejados y de las calles.

Tras conocer las cualidades que posee una batería Bosch y todos los requisitos que debe cumplir para poder obtener un certificado de calidad para su puesta en el mercado se pudo realizar los ensayos de cada uno de los ciclos de carga y descarga para poder conocer el estado resultante del electrolito y la carga nominal que puede conservar ya que en algunos de los casos las baterías una vez finalizado estos ensayos se las desecha debido a que el material activo se ve desgastado para dicho ensayo se tomaron en cuenta 5 tipos de baterías de la marca Bosch.

Los resultados de calidad de las diferentes baterías se presentan a continuación:

Batería 1

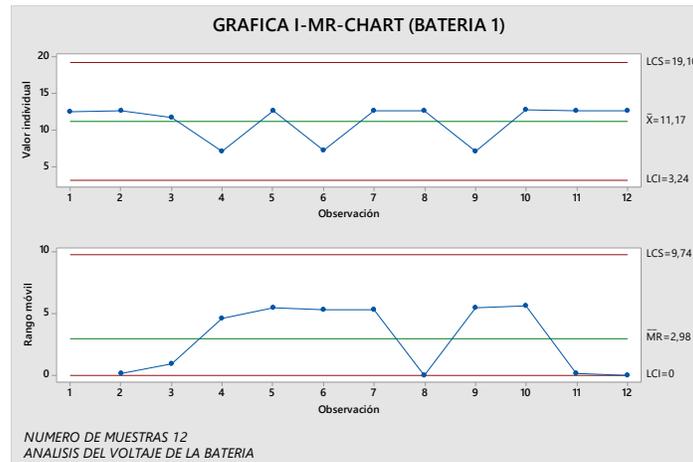
Figura 1. Análisis del electrolito de la batería 1



Fuente: Autores

En la figura 1 se puede observar que al momento de realizar la medición de la densidad del electrolito resulta con valores externos a los límites de control esto se debe a un empobrecimiento en los componentes de ácido que posee el electrolito el cual resulta de una adición del azufre a las placas de plomo de la batería.

Figura 2. Análisis del voltaje de la batería 1

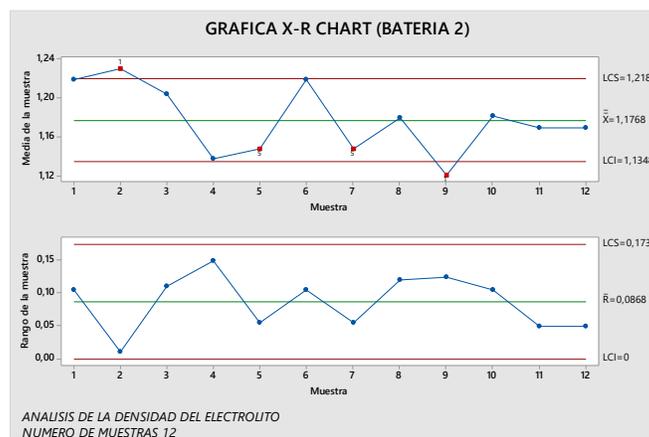


Fuente: Autores

Otra de las pruebas que se muestra en la figura 2 es el valor de voltaje nominal que puede alcanzar a conservar la batería, se puede observar en la gráfica que los valores de tensión tienden a centralizarse esto se debe a la adición de los compuestos del electrolito a las placas de la batería.

Batería 2

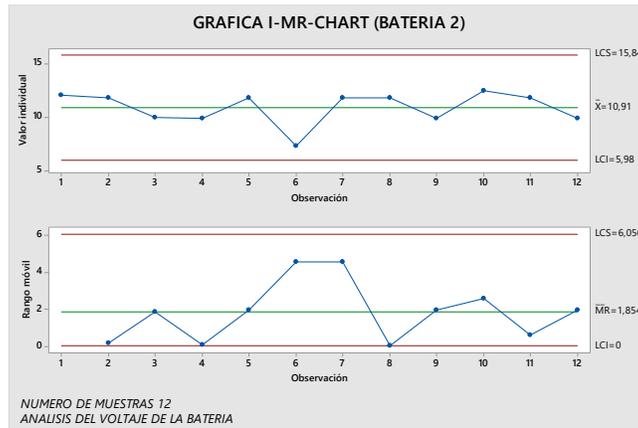
Figura 3. Análisis del electrolito de la batería 2



Fuente: Autores

En la batería 2 que se usó como muestra se pudo ver en la figura 3 como el valor de densidad varia respecto al desgaste que sufre tanto el material activo como el deterioro en las cualidades del electrolito de ahí que la gráfica tiende a tener valores fuera de los límites de control.

Figura 4. Análisis del voltaje de la batería 2

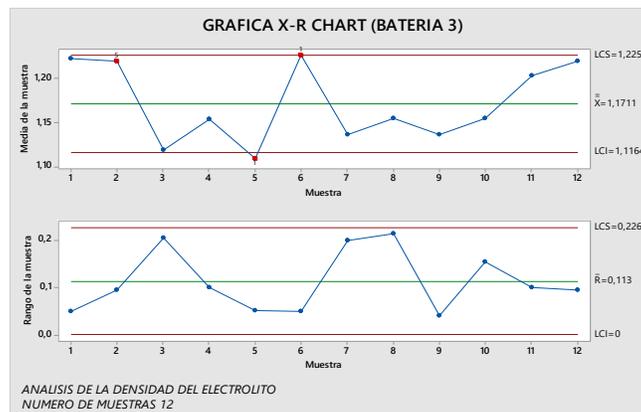


Fuente: Autores

Por otra parte, la figura 4 explica como al no tener una variación notoria en los valores de densidad del electrolito permite que la gráfica de voltaje se mantenga en unos valores centrales lo que nos permite deducir que la batería puede mantener un voltaje estable después de todo el trabajo realizado por los ciclos de carga y descarga.

Batería 3

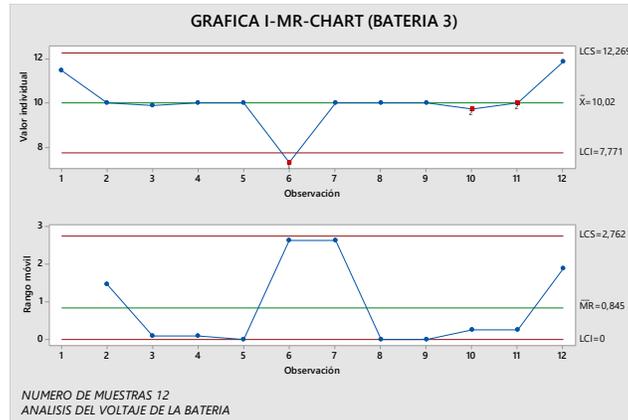
Figura 5. Análisis del voltaje de la batería 2



Fuente: Autores

En la muestra 3 como se puede observar en la figura 5 esta batería después de las pruebas mantiene los valores del electrolito por debajo del límite de control central, pero debido a una descarga que resulta en las instancias finales permite una recuperación de las propiedades del electrolito.

Figura 6. Análisis del voltaje de la batería 3

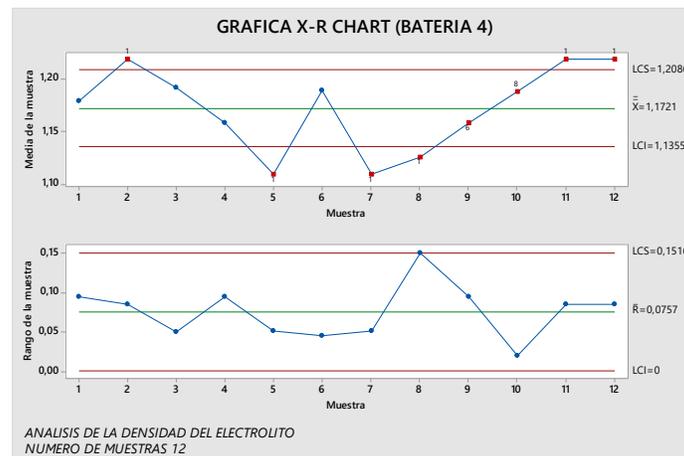


Fuente: Autores

Respecto a las magnitudes de voltaje medido en la batería 3 se puede observar en la gráfica 6 que dichos valores tienden a la media del voltaje medido en toda la prueba.

Batería 4

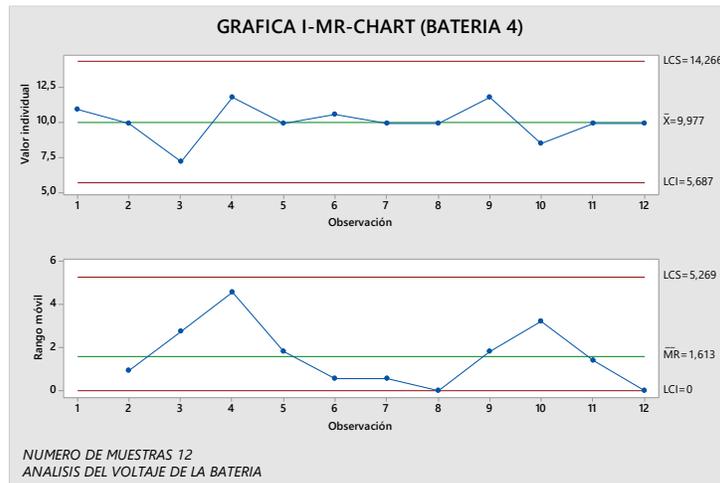
Figura 7. Análisis del electrolito de la batería 4



Fuente: Autores

En la batería 4 se pudo notar una variabilidad notable en los valores de la densidad del electrolito, con esto se puede notar que existe un desgaste notable en el elemento activo del acumulador de allí la variación más notable como se ve en la figura 7.

Figura 8. Análisis del voltaje de la batería 4

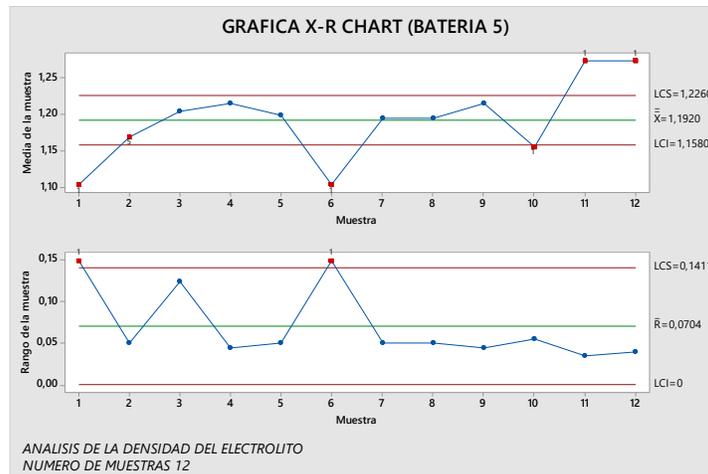


Fuente: Autores

Debido a la compensación química que existe en el interior de la batería el voltaje medido no sobrepasa los límites de control establecidos como se muestra en la figura 8.

Batería 5

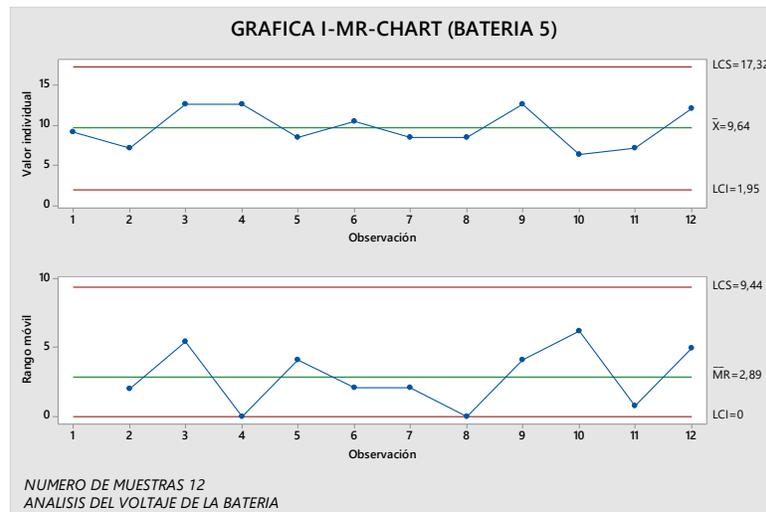
Figura 9. Análisis del electrolito de la batería 5



Fuente: Autores

En la batería 5 se dio una peculiaridad a diferencia de las baterías anteriores ya que en este acumulador se puede ver en la figura 9 que la densidad del electrolito está por debajo del límite de control y mientras transcurre la prueba existe una recuperación de las propiedades, resultando un elevado nivel de densidad del electrolito debido a los desgastes del material activo.

Figura 10. Análisis del voltaje de la batería 5



Fuente: Autores

En esta batería lo que se busca es mantener un equilibrio debido a esto el electrolito busca mantener un voltaje nominal entre los valores de la media como se puede observar en la figura 10.

Discusión de resultados

Según (Illiera & Taborda, 2017), teniendo en cuenta el proceso de fabricación de la batería de plomo - ácido en Ecuador, y características importantes como la durabilidad de la batería, la funcionalidad, la seguridad en el proceso de producción, la capacidad de la batería, la calidad y el impacto ambiental que genera, se puede realizar una evaluación en la cual se determinó que generalmente las baterías de plomo – ácido son usadas para el arranque de automotores, para poner en funcionamiento equipos, alarmas, alumbrados, sistemas de telecomunicaciones, entre otros usos, también que son baterías de calidad, debido a que en la fabricación se realizan

operaciones tanto automatizadas como manuales, lo cual contribuye a la disminución de defectos del producto.

Por consiguiente, cabe mencionar que algunas baterías plomo-ácido en cuanto a valores de densidad del electrolito resultan con valores externos a los límites de control, determinando así que existe un empobrecimiento de los componentes de ácido que posee el electrolito de la batería a medida que transcurren los años. Es necesario mencionar que el año de uso de estas baterías oscila alrededor de los 5 años.

(Illiera & Taborda, 2017) especifican que el tiempo promedio de vida de una batería en Ecuador es oscila entre 2 y 3 años, dentro de los cuales se generaran 12 voltios en cuanto a su capacidad.

Frente a este resultado por parte de los autores citados con anterioridad, se puede comprobar como el valor de voltaje nominal que puede alcanzar a conservar la batería tienden a centralizarse a valores menores de 12 voltios, considerando que es a causa de la adición de los compuestos del electrolito a las placas de la batería. Las baterías analizadas no tienen una variación tan notoria en los valores de densidad del electrolito, permitiendo que el voltaje se mantenga en unos valores centrales, logrando determinar que la batería puede mantener un voltaje estable, pero de menor capacidad después de todo el trabajo realizado por los ciclos de carga y descarga aun después del año de vida útil determinado por Bosch.

Por último, en las baterías pueden existir peculiaridades a diferencia de otras baterías en donde la densidad del electrolito está por debajo del límite de control y mientras transcurre la prueba existe una recuperación de las propiedades, resultando un elevado nivel de densidad del electrolito debido a los desgastes del material activo. Esto explica también que si existe un mal proceso de carga y descarga de la batería el desgaste del material activo de la misma será más notorio y por consiguiente la batería tenderá a reducir su vida útil.

Conclusiones

Durante muchos años, las baterías basadas en ácido-plomo fueron una tecnología dominante en el mercado automotriz; esta se produjo y estandarizó como un sistema de acumulación de energía que facilitaba la movilidad de los vehículos. No obstante, la necesidad de ahorrar combustible y las presiones institucionales por cuidar el ambiente, reduciendo los impactos de la contaminación del aire y del ruido, obligaron a las empresas que conforman esta industria a mejorar sus productos y también a buscar nuevas alternativas de almacenamiento de energía. Como resultado

emergieron nuevas tecnologías basadas en el litio, zinc, níquel, el hidrogeno, el carbón, entre otros componentes.

Las baterías Bosch después de ser sometidas a ciclos de carga y descarga extremos no conservan las cualidades del electrolito para poder mantener un voltaje nominal en los rangos establecidos para un correcto funcionamiento, es por tal motivo que una batería no debería ser sometida a altos niveles de carga y descarga ya que, si esto es continuo, la batería no llegaría al tiempo de vida promedio en Ecuador. Es necesario explicar que lo que se busca es mantener un equilibrio en las baterías, por tal motivo el electrolito busca mantener un voltaje nominal entre los valores de la media y también gracias a la compensación química que existe en el interior de la batería el voltaje medido no sobrepasa los límites de control establecidos.

El análisis I MR CHART expresa valores de LCL y UCL diferentes para cada una de las baterías que se sometieron a ensayos, llegando a valores mínimos de 1.957 y máximos de 19.089 voltios. También es necesario indicar que los valores promedios de voltaje en las baterías oscilan entre 9.638 y 11.1695 voltios como valor central al que tienden algunas de las baterías. Por otro lado, existen picos que sobresalen dichos valores nominales centrales, los cuales indican que en cierto momento se produce desgaste de activo de las baterías.

La era económica de la incertidumbre a la que hoy asistimos sin duda ha incrementado la competencia en el sector de las baterías; les ha exigido a las empresas tomar distintos caminos de exploración; y paradójicamente ha requerido aumentar la cooperación entre el gobierno, las empresas y los institutos de investigación. Pero también alumbró el camino hacia autos más seguros, tecnológicamente más interactivos y sobre todo ecológicos. Obtener mayor eficiencia y eficacia de las baterías es una materia de la investigación que perdurará a medida de los tiempos ya que es el único medio conocido que puede almacenar la suficiente energía para abastecer mecanismos.

Referencias

1. Becerra Becerra, Bryan y Yanza Flores, Valeria. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (2017). Análisis de la política, industria ecuatoriana y el impacto de la inversión extranjera en el sector automotriz en el periodo 2010 - 2015.
2. Artola, M. d., & Macías, J. A. (2002). Empresas de clase y calidad percibida. Ingeniería Industrial.

3. Carrillo, D. (2009). Diagnóstico del Sector Automotriz. Quito.
4. Rivadeneira, M. L. (2001). La Industria Automotriz Ecuatoriana.
5. Calidad de Vida, S., & María, A. (n.d.). Congreso Regional de Ciencia y Tecnología NOA 2002. CONGRESO REGIONAL de ciencia y tecnología PRODUCCIONES CIENTÍFICAS. Sección: Salud y Calidad de Vida. Retrieved from [http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione on line/CD INTERACTIVOS/NOA2002/Control Calidad Cartas.pdf](http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVOS/NOA2002/Control%20Calidad%20Cartas.pdf)
6. CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA. (n.d.). Retrieved from [http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma \(PDFDrive.com \).pdf?sequence=1](http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/Control%20Estadístico%20de%20Calidad%20y%20Seis%20Sigma%20(PDFDrive.com).pdf?sequence=1)
7. DECLARACIÓN DE AUTORÍA "La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la. (n.d.).
8. Eljach, F. P. G. P.-B. N. R. P. (2006). Ingeniería y Desarrollo. In Ingeniería y Desarrollo. Retrieved from <https://www.redalyc.org/html/852/85202003/>
9. full-text. (n.d.).
10. García Robert. (2012). Máxima potencia para el sistema Start/Stop Baterías S5 EFB y S6 AGM de Bosch. Retrieved April 8, 2019, from 01/2012 website: http://es.bosch-automotive.com/media/parts/brochures_1/bateries/starstop_ES.pdf
11. Manual de Baterías Bosch. (n.d.). Retrieved from [http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002 Baterias Jun14.pdf](http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002%20Baterias%20Jun14.pdf)
12. Nacional De Rosario, U. (n.d.). PROTOTIPOS RÁPIDOS Y REFLEXIÓN CRÍTICA COMO HERRAMIENTAS PARA ENSEÑAR EL DISEÑO CAD 3D-2D Autor: Rubén Darío Morelli (1).
13. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS. (n.d.). Retrieved from [http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo 6.pdf](http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%206.pdf)
14. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. (n.d.). Retrieved from <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de->

Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf

15. Manrique, A. (2014). Explotación del litio, producción y comercialización de baterías de litio en Argentina. Retrieved from <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/63/TrabajoFinalIntegrador-EspecializaciónGTI-AlejandroManrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Ochoa, G. S. (n.d.). Preparado por el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental CENICA-MEXICO Reporte final. Retrieved from <https://limpezapublica.com.br/textos/Experiencias en America Latina en el manejo de pilas parte 1.pdf>
17. Para, T., El, O., De Magíster En, G., De, D., La, P., Ronald, C., ... Merino, C. (n.d.). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO Plan de Marketing para Baterías NEON PRESENTADA POR. Retrieved from http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14283/MATZZA_RA MIREZ_PLAN_NEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. (n.d.). Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7911/1/04 MAUT 037 TRABAJO DE GRADO.pdf>

References

1. Becerra Becerra, Bryan and Yanza Flores, Valeria. University of the Armed Forces ESPE (2017). Analysis of the Ecuadorian policy, industry and the impact of foreign investment in the automotive sector in the period 2010-2015.
2. Artola, M. d., & Macías, J. A. (2002). Class and perceived quality companies. Industrial engineering.
3. Carrillo, D. (2009). Diagnosis of the Automotive Sector. Quito
4. Rivadeneira, M. L. (2001). The Ecuadorian Automotive Industry.
5. Quality of Life, S., & María, A. (n.d.). Regional Congress of Science and Technology NOA 2002. REGIONAL CONGRESS of science and technology SCIENTIFIC PRODUCTIONS. Section: Health and Quality of Life. Retrieved from

- [http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione on line / CD INTERACTIVOS / NOA2002 / Quality Control Cartas.pdf](http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line%20/%20CD%20INTERACTIVOS%20/%20NOA2002%20/%20Quality%20Control%20Cartas.pdf)
6. STATISTICAL QUALITY CONTROL AND SIX SIGMA. (n.d.). Retrieved from [http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/ Statistical Quality Control and Six Sigma \(PDFDrive.com\) .pdf? Sequence = 1](http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/Statistical%20Quality%20Control%20and%20Six%20Sigma%20(PDFDrive.com).pdf?Sequence=1)
 7. AUTHOR'S DECLARATION "The responsibility for the content of this Degree Work, corresponds exclusively to me; and the intellectual heritage of it to the. (N.d.).
 8. Eljach, F. P. G. P.-B. N. R. P. (2006). Engineering and Development In Engineering and Development. Retrieved from <https://www.redalyc.org/html/852/85202003/>
 9. full-text (n.d.).
 10. Garcia Robert (2012). Maximum power for Bosch Start / Stop Batteries S5 EFB and S6 AGM. Retrieved April 8, 2019, from 01/2012 website: http://es.bosch-automotive.com/media/parts/brochures_1/bateries/starstop_EN.pdf
 11. Bosch Battery Manual. (n.d.). Retrieved from [http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002 Batteries Jun14.pdf](http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002%20Batteries%20Jun14.pdf)
 12. Nacional De Rosario, U. (n.d.). QUICK PROTOTYPES AND CRITICAL REFLECTION AS TOOLS TO TEACH THE 3D-2D CAD DESIGN Author: Rubén Darío Morelli (1).
 13. ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD FOR THE HANDLING AND FINAL DISPOSAL OF NON-HAZARDOUS SOLID WASTE. (n.d.). Retrieved from [http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anex 6.pdf](http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anex%206.pdf)
 14. REGULATION OF SAFETY AND HEALTH OF WORKERS AND IMPROVEMENT OF THE WORK ENVIRONMENT. (n.d.). Retrieved from [http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio- Work-Environment-Executive-Decree-2393.pdf](http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Work-Environment-Executive-Decree-2393.pdf)
 15. Manrique, A. (2014). Exploitation of lithium, production and marketing of lithium batteries in Argentina. Retrieved from <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/63/TrabajoFinalIntegrador-EspecializaciónGTI-AlejandroManrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 16. Ochoa, G. S. (n.d.). Prepared by the National Center for Environmental Research and Training CENICA-MEXICO Final report. Retrieved from

[https://limpezapublica.com.br/textos/Experiences in Ameria Latina in battery management part 1.pdf](https://limpezapublica.com.br/textos/Experiences_in_Ameria_Latina_in_battery_management_part_1.pdf)

17. To, T., El, O., De Magister, G., De, D., La, P., Ronald, C., ... Merino, C. (n.d.). PONTIFICIA CATHOLIC UNIVERSITY OF PERU GRADUATE SCHOOL Marketing Plan for Batteries NEON PRESENTED BY. Retrieved from http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14283/MATZZA_RA_MIREZ_PLAN_NEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. NORTH TECHNICAL UNIVERSITY. (n.d.). Retrieved from http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7911/1/04_MAUT_037_GRADE_WORK.pdf

Referências

1. Becerra Becerra, Bryan e Yanza Flores, Valéria. Universidade das Forças Armadas ESPE (2017). Análise da política, indústria do Equador e o impacto do investimento estrangeiro no setor automotivo no período 2010-2015.
2. Artola, M. D., & Macías, J. A. (2002). Empresas de classe e de qualidade percebida. Engenharia Industrial.
3. Carrillo, D. (2009). Diagnóstico do setor automotivo. Quito
4. Rivadeneira, M.L. (2001). A indústria automotiva equatoriana.
5. Qualidade de Vida, S., & María, A. (n.d.). Congresso Regional de Ciência e Tecnologia NOA 2002. CONGRESSO REGIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PRODUÇÕES CIENTÍFICAS. Seção: Saúde e Qualidade de Vida. Recuperado em [http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione on line / CD INTERACTIVOS / NOA2002 / Quality Control Cartas.pdf](http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line%20/%20CD%20INTERACTIVOS%20/%20NOA2002%20/%20Quality%20Control%20Cartas.pdf)
6. CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE E SEIS SIGMA. (n.d.). Recuperado em [http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/ Controle estatístico de qualidade e Six Sigma \(PDFDrive.com\) .pdf? Sequence = 1](http://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/11759/Controle%20estatístico%20de%20qualidade%20e%20Six%20Sigma%20(PDFDrive.com).pdf?Sequence=1)
7. DECLARAÇÃO DO AUTOR "A responsabilidade pelo conteúdo deste Trabalho de Graduação corresponde exclusivamente a mim; e a herança intelectual dele ao. (N.d.).

8. Eljach, F. P. G. P.-B. N. R. P. (2006). Engenharia e Desenvolvimento Em Engenharia e Desenvolvimento. Disponível em <https://www.redalyc.org/html/852/85202003/>
9. texto completo (n.d.).
10. Garcia Robert (2012). Potência máxima para as baterias Start / Stop Bosch S5 EFB e S6 AGM. Recuperado em 8 de abril de 2019, no site de 01/2012: http://es.bosch-automotive.com/media/parts/brochures_1/bateries/starstop_EN.pdf
11. Manual da bateria Bosch. (n.d.). Recuperado em [http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002 Baterias Jun14.pdf](http://www.serverwin.autonauticasur.com/Uploads/Bosch-NT-DC002%20Baterias%20Jun14.pdf)
12. Nacional De Rosario, U. (n.d.). PROTOTIPOS RÁPIDOS E REFLEXÃO CRÍTICA COMO FERRAMENTA PARA ENSINAR O PROJETO DE CAD 3D-2D Autor: Rubén Darío Morelli (1).
13. PADRÃO DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA O MANUSEIO E ELIMINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NÃO PERIGOSOS. (n.d.). Recuperado em [http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anex 6.pdf](http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anex%206.pdf)
14. REGULAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE DOS TRABALHADORES E MELHORIA DO AMBIENTE DE TRABALHO. (n.d.). Recuperado em [http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio- Trabajo-Ambiente-Executivo-Decreto-2393.pdf](http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Trabajo-Ambiente-Executivo-Decreto-2393.pdf)
15. Manrique, A. (2014). Exploração de lítio, produção e comercialização de baterias de lítio na Argentina. Recuperado em <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/63/TrabajoFinalIntegrador-EspecializaciónGTI-AlejandroManrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Ochoa, G. S. (n.d.). Preparado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Treinamento Ambiental CENICA-MÉXICO Relatório final. Recuperado de [https://limpezapublica.com.br/textos/Experiências na América Latina em gerenciamento de baterias parte 1.pdf](https://limpezapublica.com.br/textos/Experiências%20na%20América%20Latina%20em%20gerenciamento%20de%20baterias%20parte%201.pdf)
17. Para, T., El, O., De Magister, G., De, D., La, P., Ronald, C., ... Merino, C. (n.d.). UNIVERSIDADE CATÓLICA PONTIFICIA DA ESCOLA DE GRADUAÇÃO DO PERU Plano de Marketing para Baterias NÉON APRESENTADO POR. Recuperado em

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14283/MATZZA_RA
MIREZ_PLAN_NEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14283/MATZZA_RA_MIREZ_PLAN_NEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

18. UNIVERSIDADE TÉCNICA DO NORTE. (n.d.). Disponível em
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7911/1/04
MAUT 037 GRADE
WORK.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7911/1/04_MAUT_037_GRADE_WORK.pdf)

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia
Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).